

KAJIAN GENANGAN BANJIR SALURAN DRAINASE DENGAN BANTUAN SISTIM INFORMASI GEOGRAFI (Studi Kasus: Kali Jenes, Surakarta)

Siti Qomariyah

Jurusan Teknik Sipil FT UNS Surakarta, email: addin@uns.ac.id

Agus P. Saido

Jurusan Teknik Sipil FT UNS Surakarta, email: apsaido@uns.ac.id

Beni Dhianarto

Jurusan Teknik Sipil FT UNS Surakarta

Abstract

Inundation areas caused by overflowing water from a drainage channel will create an inconvenient issue for people and its environment. Geographical Information System (GIS) is capable to present information of existing inundation areas within digital maps. This paper aims at presenting an initial assessment of a drainage channel by exploring the capability of SIG and taking Kali Jenes, Surakarta, as a case study. Inundation maps were assessed by analyzing the condition of watershed covering slope of land, land use, surface runoff, estimated inundation area, and pattern of inundation. This research resulted in digital inundation maps correspond to its time of inundation. It would be beneficial to stakeholders concerned in providing information of inundation areas faster and user friendly.

Keywords:

Drainage, Geographical Information System, Inundation.

PENDAHULUAN

Drainase merupakan suatu sistem saluran pembuangan yang berfungsi untuk mengalirkan limpasan air hujan, buangan air kotor dari pemukiman, pabrik, limbah cair industri, mencegah genangan air dan sebagainya. Dengan demikian, jika terjadi genangan air di suatu wilayah maka kondisi saluran drainase setempat perlu dievaluasi. Genangan air yang tidak segera dikeringkan dapat menimbulkan dampak negatif seperti gangguan terhadap aktivitas penduduk, lingkungan menjadi kotor, bau tidak sedap, dan potensi menimbulkan penyakit.

Saluran drainase di kota Surakarta umumnya berfungsi dengan baik, namun di beberapa wilayah genangan air masih sering terjadi. Salah satu wilayah tersebut adalah di Kalurahan Joyosuran, Semanggi, dan Pasar Kliwon yang termasuk Kecamatan Pasar Kliwon, Kota Surakarta. Hampir setiap musim hujan, genangan air terjadi ± 100 m di sebelah kanan dan ± 50 m kiri Kali Jenes yang melintasi di ketiga kalurahan tersebut di atas (Sub-Dinas Drainase, 2006). Gambar 1 menunjukkan lokasi studi dalam peta kota Surakarta.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat merefleksikan genangan yang terjadi akibat luapan air dari saluran drainase yang ada. Dalam analisis

saluran drainase, SIG dapat digunakan untuk perhitungan aliran permukaan, penentuan kemiringan lahan, estimasi luas genangan yang terjadi, dan perkiraan pola genangan. Dengan demikian, SIG membantu dalam penyediaan informasi genangan yang terjadi dalam suatu wilayah. Disamping itu, penerapan SIG telah banyak dilakukan dalam analisis daerah aliran sungai (watershed) tidak hanya pada pengelolaan aliran permukaan saja (sungai, danau, waduk) tetapi juga kajian air tanah, kualitas air, bahkan dalam bidang lingkungan hidup dan transportasi (GIS Dev., 2006).



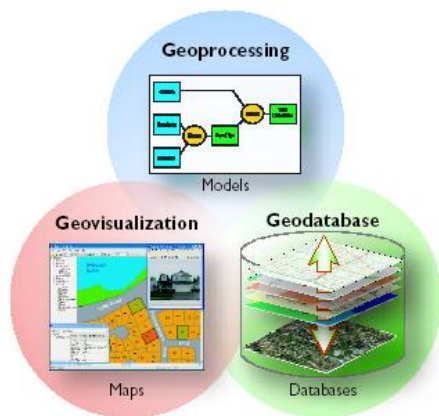
Gambar 1. Lokasi penelitian dalam peta Surakarta

Penggambaran pola genangan di setiap periode waktu genangan air dengan menggunakan *tracking analyst* merupakan salah satu kemampuan SIG

dalam menyediakan informasi genangan air yang terjadi di suatu wilayah. Tulisan ini merupakan kajian awal terhadap saluran drainase Kali Jenes dengan bantuan SIG dengan gambaran pola genangan yang terjadi di wilayah Kecamatan Pasar Kliwon Kota Surakarta.

Glenn O. Schwab (1996) dalam Prahasta (2002) menyatakan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem manajemen informasi yang menyeluruh, di dalamnya termasuk kegiatan survai, pemetaan, kartografi, fotogrametri, penginderaan jarak jauh dan ilmu komputer. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data, mengatur, menganalisis, memanipulasi dan menampilkan data spasial. SIG mempunyai kemampuan untuk melakukan penyelidikan spasial dan *overlay* sehingga bisa menghasilkan informasi baru. SIG terdiri dari beberapa sub-sistem, yaitu sistem data input, sistem penyimpanan data, sistem analisis data, dan sistem data output.

ArcGIS 9.0 yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai 3 sub-sistem, yaitu *geodatabase*, *geoprocessing*, dan *geovisualization*. *Geodatabase* untuk input dan pengolahan data, *geoprocessing* untuk manipulasi dan analisis data, serta *geovisualization* untuk output data. Ilustrasi konsep SIG menurut dokumen *ArcGIS 9.0* ditunjukkan dalam Gambar 2 (ESRI, 2004).



Gambar 2. Ketiga sub-sistem dalam SIG (ESRI, 2004).

Aliran Permukaan

Sehubungan dengan data hujan tiap jam pada wilayah studi tidak tersedia untuk menggambarkan kejadian banjir dengan analisis unit hydrograph, kajian awal ini dilakukan dengan menggunakan data hujan yang ada yaitu hujan maksimum bulanan sebagai pendekatan. Debit puncak pada masing-masing inlet sub-DAS diestimasi berdasarkan persamaan empiris sebagai berikut (Suripin, 2004):

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots [1]$$

dengan:

- Q_p =laju aliran permukaan (debit) puncak ($m^3/detik$)
- C =koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)
- I =intensitas curah hujan (mm/jam)
- A =luas DAS (ha)

Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan dihitung dengan rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots [2]$$

dimana

- I =intensitas hujan (mm/jam)
- t_c =lama hujan / waktu konsentrasi (jam)
- R_{24} =curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Waktu konsentrasi t_c dihitung dengan metode Kiprich (1940) dalam Suripin (2004):

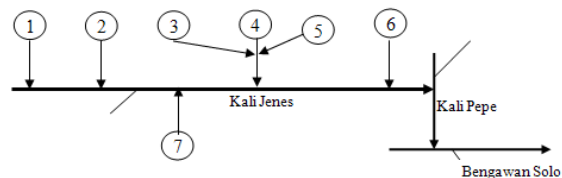
$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots [3]$$

dimana

- t_c = waktu konsentrasi (jam)
- L = panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km)
- S = kemiringan rata-rata saluran utama.

Koefisien aliran permukaan C dalam kajian ini mempertimbangkan faktor tata guna lahan dan kemiringan lahan yang besaran koefisiennya mengacu pada (Suripin, 2004).

Dalam Design Engineering Drainage (Sub Dinas Drainase, 2006), Kali Jenes yang mempunyai daerah tangkapan (*drainage area*) seluas $\pm 507,89$ ha dibagi menjadi 7 daerah sub tangkapan seperti sketsa pada Gambar 3.



Gambar 3. Sketsa sub daerah tangkapan air Kali Jenes

METODE

Survei lapangan dilakukan untuk memperoleh data primer berupa dimensi saluran dan endapan sedimen di saluran. Data sekunder berupa peta saluran drainase diperoleh dari Sub Dinas Drainase Kota Surakarta. Untuk menggambarkan hasil

genangan maksimal yang pernah terjadi dalam periode tahun 1993-2002, data hujan harian maksimum bulan Januari – Desember periode tersebut digunakan dalam kajian ini. Data hujan tersebut tercatat di stasiun Pabelan dan diperoleh dari Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo.

Data / informasi geografis yang digunakan adalah: (i) peta rupa bumi digital wilayah Kota Surakarta yang dikeluarkan oleh BAKOSURTANAL tahun 2002 lembar 1408-343, (ii) peta jaringan saluran drainase Kota Surakarta dari Sub Dinas Drainase, (iii) peta topografi, (iv) peta daerah tangkapan air Kali Jenes, (v) peta daerah sub tangkapan Kali Jenes, dan (vi) peta genangan air.

Metode pengolahan data dengan SIG dilakukan dengan tahapan:

- o **Pemilihan data** yang berupa *layer-layer* peta digital data batasan administrasi, data bangunan/gedung, data kontur, data tata guna lahan, data perairan, dan data transportasi.
- o **Editing peta** untuk mempersiapkan peta dasar, untuk *updating* data, dan untuk membuat *layer-layer* tematik turunan yang akan digunakan dalam proses penghitungan.
- o **Pembuatan peta DAS** Kali Jenes yang dibuat berdasarkan DED (*Design Engineering Drainage*) Kota Surakarta.
- o **Update data layer tata guna lahan** untuk mendapatkan data tata guna lahan yang telah

disesuaikan dengan data terkini dari instansi terkait

- o **Memasukkan nilai C** dalam layer tata guna lahan masing-masing sub DAS.
- o **Penentuan kemiringan lahan** berdasarkan kontur yang ada.
- o **Memasukkan nilai C** dari kemiringan lahan
- o **Memasukkan nilai intensitas hujan** ke dalam *layer* intensitas
- o **Perhitungan limpasan permukaan** masing-masing sub DAS

Alur penelitian yang dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder sampai dengan evaluasi dapat dilihat pada Gambar 4. Proses pengolahan data dengan SIG di setiap tahap tersebut di atas secara detil dapat dilihat dalam (Dhianarto, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kali Jenes merupakan saluran terbuka dengan kondisi relatif cukup baik yang bermuara ke Kali Pepe yang kemudian mengalir ke Bengawan Solo. Survei lapangan pada bulan April 2006 menemukan bahwa terdapat banyak sedimen dan sampah di dalam Kali Jenes. Hal ini terjadi karena tidak adanya perawatan dan saluran tersebut berada diantara pemukiman penduduk dan industri rumah tangga. Bahkan, di Kelurahan Semanggi dan Pasar Kliwon, endapan mencapai lebih dari 1 m. Dengan demikian, sedimen tersebut mengakibatkan kapasitas tampung Kali Jenes berkurang. Dimensi saluran eksisting yang diukur langsung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi Saluran / Kali Jenes eksisting.

Lokasi	Panjang Ruas (m)	Lebar Bawah (m)	Lebar Atas (m)	Kedalaman (m)
Serengan	672,331	3,0	6	4,0
Danukusuman	623,700	3,2	6	2,5
Joyosuran – Semanggi	1475,980	3,5	6	2,5
P.Kliwon & Semanggi	824,318	3,5	7	3,0
Sangkrah	377,527	3,0	8	4,0
Panjang Total	3973,856			

Sumber: Pengukuran langsung di lapangan, April 2006.

Tabel 2. Topografi Kelurahan daerah Kali Jenes.

Kelurahan	Elevasi (m)	Slope (%)	Kelurahan	Elevasi (m)	Slope (%)
Gadegan	85 - 90	0 - 0,04	Baluwarti	85 - 90	0 - 0,04
Kemlayan	85 - 90	0 - 0,23	Keratonan	85 - 90	0 - 0,44
Kedunglumbu	85 - 90	0 - 0,04	Pasar Kliwon	85 - 90	0 - 0,04
Kauman	85 - 90	0 - 0,04	Semanggi	85 - 90	0 - 0,44
Sangkrah	85 - 90	0 - 0,04	Serengan	85 - 90	0 - 0,44
Jayengan	85 - 90	0 - 0,23	Danukusuman	85 - 90	0 - 0,04
Gajahan	85 - 90	0 - 0,04	Joyosuran	85 - 90	0 - 0,96
Tipes	85 - 90	0 - 0,44	Joyotakan	85 - 90	0 - 0,04

(Sumber : Pengolahan data dengan ArcGIS 9.0)

Tabel 3. Aliran permukaan dan kapasitas Kali Jenes (m³/dt)

	Sub DAS						
	1	2	3	4	5	6	7
Aliran	4,2168	2,6975	5,4204	3,0006	3,5909	3,8461	25,4477
Kapasitas Saluran	36,0720	36,0816	14,6599	14,6562	30,8710	47,9753	15,0118

Pengolahan data dengan *ArcGIS 9.0* menghasilkan gambaran topografi di setiap kelurahan yang disajikan dalam Tabel 2. Data tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan daerah tangkapan Kali Jenes memiliki topografi yang relatif datar dengan kemiringan antara 0 – 0,96 %.

Perhitungan aliran dengan *ArcGIS 9.0* melalui tahapan pengolahan data tersebut diatas pada setiap sub DAS Kali Jenes menghasilkan aliran terbesar terjadi pada bulan Mei 1995. Besaran aliran maksimum pada bulan Mei 1995 dan kapasitas Kali Jenes pada masing-masing sub DAS disajikan dalam Tabel 3

Tinjauan volume limpasan dilakukan dengan mengetahui jumlah limpasan untuk setiap sub-DAS. Limpasan aliran di Sub DAS 7 merupakan yang terbesar, hal ini karena waktu konsentrasi aliran di sub DAS 7 paling pendek sedangkan luas DASnya terbesar. *Travel time* aliran (Suripin, 2004) dari *inlet* sub DAS 1 dan sub DAS 2 menuju *outlet* sub DAS 7 adalah sebesar 921 detik. Dengan demikian pada detik ke 922 total debit yang mengalir pada

Kali Jenes yang ada pada sub DAS 4 adalah 32,362 m³/dt, sehingga pada sepanjang Kali Jenes yang ada pada sub DAS 4 terjadi genangan.

Travel time dari *outlet* sub DAS 7 menuju *outlet* sub DAS 4 adalah sebesar 1175 detik sehingga pada detik ke 2097 debit yang mengalir pada Kali Jenes setelah *outlet* sub DAS 4 adalah sebesar 41,3733 m³/dt. Karena setelah *outlet* sub DAS 4, aliran mengalir melalui Kali Jenes yang ada pada sub DAS 5 yang mempunyai kapasitas debit 30,871 m³/dt, maka Kali Jenes yang ada pada sub DAS 5 juga mengalami genangan.

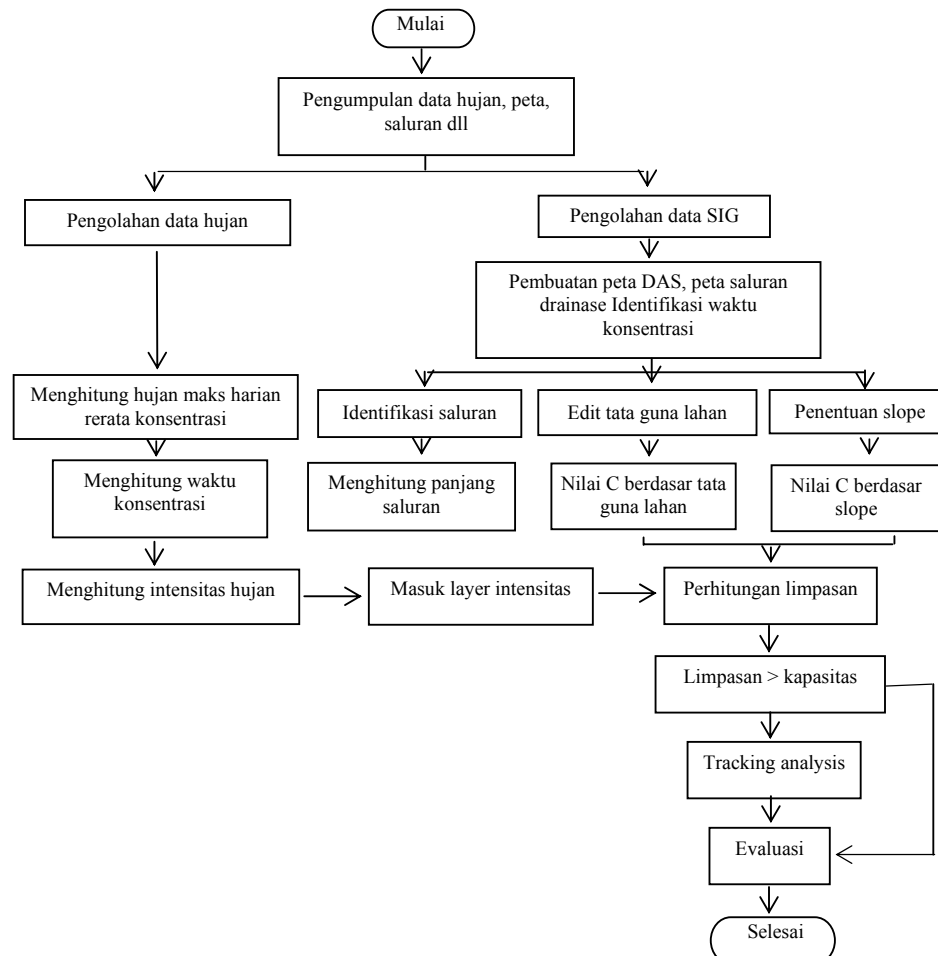
Travel time aliran dalam Kali Jenes dari *outlet* sub DAS 4 menuju sub DAS 6 adalah sebesar 40 detik sehingga pada detik ke 2136 debit air yang mengalir dalam Kali Jenes setelah *outlet* sub DAS 6 adalah sebesar 45,2194 m³/dt. Debit aliran ini lebih kecil dibandingkan dengan debit maksimum aliran dalam Kali Jenes yang ada pada sub DAS 6, sehingga pada sub DAS 6 tidak terjadi genangan.

Tabel 4. Volume air yang melimpas dari Kali Jenes di sub DAS 4

Menit ke	Debit aliran (m ³ /dt)	Debit saluran (m ³ /dt)	Volume air tertampung (m ³)	Kapasitas (m ³)	Volume yg melimpas (m ³)
0,00 - 15,35	25,4477	14,6562	9938,9715	17725,1260	0,0000
15,37 - 22,70	32,3620	14,6562	7790,5520	17725,1260	4,3975
22,72 - 30,00	32,3620	14,6562	7737,4346	17725,1260	7741,8321
30,00 - 60,00	32,3620	14,6562	31852,7342	17725,1260	39594,5663
60,00 - 90,00	32,3620	14,6562	31852,7342	17725,1260	71447,3005
90,00 - 120,00	32,3620	14,6562	31852,7342	17725,1260	103300,0347

Tabel 5. Volume air yang melimpas dari Kali Jenes di sub DAS 5

Menit ke	Debit aliran (m ³ /dt)	Debit saluran (m ³ /dt)	Volume air tertampung (m ³)	Kapasitas (m ³)	Volume yg melimpas (m ³)
0,00 - 15,35	9,0113	30,8710	0,0000	11361,8610	0,0000
15,37 - 34,95	32,3620	30,8710	1750,4340	11361,8610	0,0000
34,95 - 50,20	41,3733	30,8710	9609,6045	11361,8610	1,8225
50,22 - 60,00	41,3733	30,8710	6164,8501	11361,8610	6163,0276
60,00 - 90,00	41,3733	30,8710	18893,6377	11361,8610	25056,6653
90,00 - 120,00	41,3733	30,8710	18893,6377	11361,8610	43950,3030



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Kajian Saluran Drainase dengan bantuan SIG

Hasil perhitungan volume air yang melimpas dari saluran Kali Jenes pada sub DAS 4 dan subDAS 5 disajikan dalam Tabel 4 dan Tabel 5.

Dengan *tracking analyst*, pola genangan pada 30 menit, 60 menit dan 90 menit pertama setelah aliran maksimum berturut-turut digambarkan seperti disajikan dalam dalam Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.

SIMPULAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat membantu dalam evaluasi saluran drainase yang mengalami luapan air (banjir) dengan kemampuannya dalam menghitung panjang saluran, kemiringan lahan, luas area drainase, limpasan permukaan serta penggambaran pola genangan secara lebih cepat dan *user friendly*. Keakuratan hasil genangan sangat tergantung pada data hujan dan data kewilayahan yang tersedia.

Sebagai langkah awal, hasil kajian ini sudah dapat memberikan informasi secara kualitatif adanya genangan air di lapangan yang dapat

dipresentasikan dalam peta digital. Melalui SIG, informasi tersebut dapat dipresentasikan untuk setiap peristiwa hujan yang terjadi. Untuk hasil yang lebih akurat dalam kajian mendatang, data hujan setiap jam diperlukan sehingga kajian bisa dilakukan dengan analisis satuan hujan. Disamping itu, catatan lama hujan yang terjadi dan peta topografi dengan interval ketinggian yang lebih rapat, serta peta tata guna lahan yang sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan sangat menunjang untuk mendapatkan pola genangan yang sesuai dengan yang terjadi di lapangan.

Genangan Kali Jenes akibat aliran permukaan dapat dikurangi dengan mengeruk sedimen dari dalam saluran. Genangan masih akan terjadi jika curah hujan yang menghasilkan limpasan lebih besar dari kapasitas saluran yang ada. Pelebaran saluran untuk menambah kapasitas masih dapat dilakukan, namun jika pengaruh aliran balik dari Kali Pepe, yang dalam kajian ini belum dipertimbangkan, genangan masih dapat terjadi. Penggunaan pompa untuk mengurangi volume genangan merupakan alternatif yang secara teknis layak dilakukan.

REFERENSI

- Budiyanto, E. 2002. „Sistem Informasi Geografis Menggunakan ArcView GIS“, Yogyakarta: Andi.
- Dhianarto, B. 2006. „Evaluasi Saluran Drainase Wilayah Kecamatan Pasar Kliwon Kotamadya Surakarta dengan Bantuan SIG.“ Tesis S1. Jurusan Teknik Sipil, UNS.
- ESRI. 2004. “What Is ArcGIS 9.0.?”
- Greene, R, G. (1995) “Urban Watershed Modeling Using Geographic Information System. Journal of Water Resources Planning And Management”
- GIS Development. 2006. “Application of GIS in watershed” (online; accessed August 06) Available:www.gisdevelopment/application/watershed/watws005.htm
- Prahasta, E. 2002. „Konsep–Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis“. Bandung: Informatika.
- Sub Dinas Drainase. 2006. „Design Engineering Drainage“, Surakarta: Pemerintah Kota Surakarta.
- Suripin. 2004, „Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan“, Yogyakarta: Andi Offset.